

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-203388

(43)公開日 平成5年(1993)8月10日

(51)IntCl.<sup>5</sup>

F 2 8 F 13/08

F 2 8 D 7/16

識別記号

庁内整理番号

9141-3L

A 7153-3L

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数3(全 7 頁)

(21)出願番号 特願平4-11942

(22)出願日 平成4年(1992)1月27日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 鈴木 俊宏

茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会社日立製作所日立工場内

(72)発明者 増田 伸一郎

茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会社日立製作所日立工場内

(74)代理人 弁理士 高橋 明夫 (外1名)

(54)【発明の名称】 直管式シェルアンドチューブ熱交換器

(57)【要約】

【目的】 直管式シェルアンドチューブ熱交換器において、熱交換性能及び伝熱管の耐座屈健全性を向上させ、熱交換器を小型化する。

【構成】 伝熱管束部6に配列してある伝熱管1において、伝熱管1を不均等間隔に配列し、伝熱管1の配列間隔を内部シュラウド3側では広くし、外部シュラウド2側に近づくにつれて、徐々に狭くしてある。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 軸方向に平行な伝熱管を内部に配列してある直管式シェルアンドチューブ熱交換器において、前記伝熱管を不均等な間隔で配列し、前記伝熱管の平均温度を均一にしていることを特徴とする直管式シェルアンドチューブ熱交換器。

【請求項2】 軸方向に平行な伝熱管を内部に配列してある直管式シェルアンドチューブ熱交換器において、前記伝熱管の配列が中心部から外周部に近づくにつれて、前記伝熱管の配列間隔を徐々に小さくしてあることを特徴とする直管式シェルアンドチューブ熱交換器。

【請求項3】 軸方向に平行な伝熱管を内部に配列してある直管式シェルアンドチューブ熱交換器において、前記伝熱管の配列が中心部から外周部に近づくにつれて、前記伝熱管の内径を徐々に大きくしてあることを特徴とする直管式シェルアンドチューブ熱交換器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、直管式シェルアンドチューブ熱交換器に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】直管式シェルアンドチューブ熱交換器（以下、熱交換器と略称）に関する従来技術の例を図7～図12により説明する。

【0003】図7は熱交換器の模式縦断面図、図8は伝熱管束部の模式横断面図、図9は1次ナトリウムの流動状況の説明図、図10は1次ナトリウムの流速分布の説明図、図11は1次ナトリウムの対応面積の説明図、図12は伝熱管の温度分布の説明図であり、1は伝熱管、2は外部シュラウド、3は内部シュラウド、4は上管板、5は下管板、6は伝熱管束部、7は入口窓、8は出口窓、9は外胴、10は1次ナトリウム入口ノズル、11は2次側上部鏡板、12は2次側上部プレナム、13は1次ナトリウム出口ノズル、14は2次側下部プレナム、15は2次ナトリウム入口管、16は2次ナトリウム出口ノズルを示している。

【0004】図7において、外胴9には、1次ナトリウム入口ノズル10と1次ナトリウム出口ノズル13とが設置されている。2次側上部鏡板11は、上管板4と一体化され、内部に2次側上部プレナム12を形成し、上部に2次ナトリウム出口ノズル16を有している。

【0005】伝熱管束部6は、外部シュラウド2と内部シュラウド3とで形成されるアニュラス空間内に配置されており、上端が上管板4、下端が下管板5に、それぞれ接続されている。また、外部シュラウド2の上部には入口窓7、下部には出口窓8が取り付けられている。

【0006】2次ナトリウム入口管15は、2次側上部鏡板11、上管板4及び下管板5を貫通して設置されており、下端開口部を経て2次側下部プレナム14に通じている。

【0007】1次ナトリウムは、1次ナトリウム入口ノズル10から外胴9内に流入し、更に入口窓7から伝熱管束部6に流入している。伝熱管束部6に流入した1次ナトリウムは、後述の伝熱管の管内を上昇する2次ナトリウムと熱交換しながら、伝熱管の管外を流下し、出口窓8を通り、1次ナトリウム出口ノズル13から外胴9外に流出している。

【0008】一方、2次ナトリウムは、2次ナトリウム入口管15から外胴9内に流入し、2次側下部プレナム14に至り、その後、反転して伝熱管の管内に流入し、管内を上昇しながら、管外を流れる1次ナトリウムと熱交換し、2次側上部プレナム12に至り、2次ナトリウム出口ノズル16から外胴9外に流出している。

【0009】図8において、伝熱管1は伝熱管束部6に位置しており、同心円状に形成されている数個の円周の各周上に配置されており、各円周の間隔が同一になっている。

【0010】以上のような構成の伝熱管束部6における、伝熱管1の管外を流下する1次ナトリウムの流動状況を図9に示す。1次ナトリウムの軸方向の下向き流速分布は、入口窓7の近傍及び出口窓8の近傍を除いて、一定の値となっている。

【0011】すなわち、入口窓7の近傍では、入口窓7から伝熱管束部6に流入する1次ナトリウムの水平方向の流れは、伝熱管1に直角に当り、内部シュラウド3側に進むにつれ、徐々に軸方向に向かう流れとなる。

【0012】また、出口窓8の近傍では、軸方向下向きに一樣に流下してきた1次ナトリウムが、出口窓8に近づくにつれて、水平方向外向きの流れとなり、出口窓8の直前では、伝熱管1（図8参照）を直角に横切りながら、出口窓8から伝熱管束部6外へ流出している。したがって、入口窓7の近傍及び出口窓8の近傍では、複雑な流れとなっている。

【0013】なお、伝熱管束部6の偏流を少なくして、伝熱管束部6に配列されている各伝熱管相互の温度差を小さくし、伝熱管の座屈に対する健全性を向上させるため、バッフル板を入口窓7の近傍及び出口窓8の近傍に設置した例が、特開昭59-71997号公報に開示されている。

## 【0014】

【発明が解決しようとする課題】従来技術における、内部シュラウドから外部シュラウドまでの位置を横軸にとった伝熱管束部の、1次ナトリウムの軸方向の下向き流速分布を、図10に示す。このように、1次ナトリウムの軸方向の下向き流速分布は一定の値となる。しかし、図9に示したように、入口窓の近傍及び出口窓の近傍では、内部シュラウド側に向かうほど1次ナトリウムの滞留領域が多くなり、熱交換にあまり寄与しない領域が現われる。

【0015】また、伝熱管の1本当たりが受熱する1次ナ

トリウムの対応面積を図11に示す。すなわち、従来の熱交換器の伝熱管の配置の場合は、いずれの伝熱管においても、伝熱管の1本当たりが受熱する1次ナトリウムの対応面積が等しくなる。

【0016】このような流動状況における、伝熱管管束部の伝熱管の平均温度分布を図12に示す。入口窓の近傍及び出口窓の近傍では、内部シュラウド側の1次ナトリウムの滞留領域のため、熱交換があまり効率的に行われず、内部シュラウド側の伝熱管の平均温度は、外部シュラウド側の伝熱管に比較して低くなる。

【0017】更に、1次ナトリウムにおける、入口窓から内部シュラウド側に流入する流れ、及び内部シュラウド側から出口窓に向かう流れが、伝熱管に対して直角となる。したがって、これらの流れは、伝熱管に対して平行になる流れに比べて、熱交換効率が良く、このため、伝熱管の平均温度が、内部シュラウド側よりも外部シュラウド側において高くなる。

【0018】すなわち、伝熱管管束部に、熱交換効率の良い箇所と悪い箇所が存在するので、これが熱交換器全体としての熱交換効率を悪くしている。また、内部シュラウド側と外部シュラウド側との温度差が大きいことから、相対的に平均温度が低い内部シュラウド側の伝熱管は収縮しようとし、相対的に平均温度が高い外部シュラウド側の伝熱管は膨張しようとする。

【0019】このため、外部シュラウド側の伝熱管は圧縮荷重を受け、伝熱管の座屈に対する健全性が低下する。すなわち、従来では、熱交換効率の悪化と座屈に対する健全性の低下という2つの問題があった。

【0020】なお、伝熱管管束部における入口窓の近傍及び出口窓の近傍において、1次ナトリウムにクロスフローが発生するように、バッフル板を設置して1次ナトリウムの滞留領域を少なくし、伝熱管の平均温度を均一にする方法が、特開昭59-71997号公報に開示されているが、この場合は、バッフル板の圧損が大きくなり、構造が複雑になる。

【0021】本発明の目的は、熱交換器において、1次ナトリウムの圧損が増加しない単純な構造により、熱交換効率を向上させ、かつ、伝熱管の座屈に対する健全性を向上させる熱交換器の構造を提供することにある。

【0022】

【課題を解決するための手段】上記目的は、次のようにして達成することができる。

【0023】軸方向に平行な伝熱管を内部に配列してある直管式シェルアンドチューブ熱交換器において、

(1) 伝熱管の平均温度が均一となるように、伝熱管を不均等な間隔で配列すること。

【0024】(2) 伝熱管の配列が中心部から外周部に近づくにつれて、伝熱管の配列間隔を徐々に小さくすること。

【0025】(3) 伝熱管の配列が中心部から外周部に

近づくにつれて、伝熱管の内径を徐々に大きくすること。

【0026】

【作用】本発明によれば、伝熱管管束部における伝熱管の配列間隔を、内部シュラウド側では広くし、外部シュラウド側に近づくにつれて、徐々に狭くしてある。したがって、内部シュラウド側の伝熱管では、1本当たりの受熱する1次ナトリウムの量が増大し、これに伴い交換熱量も増大することから、内部シュラウド側の伝熱管の平均温度は高くなる。

【0027】一方、外部シュラウド側の伝熱管では、1本当たりの受熱する1次ナトリウムの量が減少し、これに伴い交換熱量も減少することから、外部シュラウド側の伝熱管の平均温度は低くなる。したがって、各伝熱管の平均温度を均一にすることができる。

【0028】また、伝熱管管束部における伝熱管の配列間隔が同一の場合であっても、伝熱管の内径を、内部シュラウド側では小さくし、外部シュラウド側に近づくにつれて、徐々に大きくしてある。したがって、伝熱管の1本当たりの受熱面積が内部シュラウド側では小さく、外部シュラウド側では大きくなるが、上記の実施例の場合と同様に、各伝熱管の平均温度は均一にすることができる。

【0029】

【実施例】本発明の実施例を図1～図6により説明する。

【0030】図1～図5は一実施例に関する図面であり、図1は伝熱管管束部の模式横断面図、図2は1次ナトリウムの流動状況の説明図、図3は1次ナトリウムの流速分布の説明図、図4は1次ナトリウムの対応面積の説明図、図5は伝熱管の温度分布の説明図である。また、図6は他の実施例の伝熱管管束部の模式横断面図である。なお符号は、いずれも前出のものと同じであるので、説明を省略する。

【0031】図1に示すように、一実施例では、不均等配列によって伝熱管1を設置しており、伝熱管1の間隔を、内部シュラウド3側では広くし、外部シュラウド2側に近づくにつれて、徐々に狭くしている。

【0032】また、この実施例における1次ナトリウムの流動状況を図2に示す。入口窓7から伝熱管管束部6に流入する1次ナトリウムは、軸方向下向きに流下していく。このときの、入口窓7の近傍及び出口窓8の近傍を除いた、伝熱管管束部6内における、1次ナトリウムの軸方向下向きの流速分布を図3に示す。

【0033】すなわち、内部シュラウド側の伝熱管の配列間隔が広く、伝熱管の管の摩擦による抵抗をあまり受けないため、内部シュラウド側の軸方向下向きの流速が速くなっている。これに対して、外部シュラウド側の伝熱管の配列間隔は狭く、伝熱管の管の摩擦による抵抗を多く受けるため、軸方向下向きの流速が遅くなってい

る。

【0034】また、伝熱管1の1本当たりが受熱する1次ナトリウムの対応面積を図4に示す。この実施例の場合、上記の対応面積は、内部シュラウド側が大きく、外部シュラウド側に近づくほど小さくなっている。

【0035】上記のように、内部シュラウド側では、伝熱管1の1本当たりが受熱する1次ナトリウムの対応面積が大きく、かつ1次ナトリウムの流速が速いため、相対的に1次ナトリウム側から受熱する量が増大し、この結果、内部シュラウド側の伝熱管の平均温度が上昇することになる。

【0036】これに対して、外部シュラウド側では、伝熱管の1本当たりが受熱する1次ナトリウムの量が減少し、かつ1次ナトリウムの流速が遅くなるため、伝熱管の平均温度が低下することになる。

【0037】すなわち、従来、入口窓の近傍及び出口窓の近傍では、内部シュラウド側の1次ナトリウムの滞留によって、あまり効率的に熱交換が行われず、これが内部シュラウド側の伝熱管の平均温度の低下に大きく影響していた。

【0038】しかし、この実施例では、入口窓の近傍及び出口窓の近傍を除く、内部シュラウド側の伝熱管の熱交換量を多くし、外部シュラウド側の伝熱管の熱交換量を少なくすることによって、伝熱管管束部における、各伝熱管の平均温度を均一とすることが可能となった。図5は、この実施例における伝熱管の温度分布を示している。

【0039】図6は他の実施例の場合である。この場合、伝熱管の配列間隔は、内部シュラウド3側と外部シュラウド2側で同じにしてある。

【0040】しかし、この実施例では、伝熱管1の径を内部シュラウド3側で小さく、外部シュラウド2側で大きくしてある。したがって、伝熱管1の1本当たりの1次

ナトリウムの相対的受熱面積が内部シュラウド3側では大きく、外部シュラウド2側では小さくなり、更に、1次ナトリウムの流速も、内部シュラウド3側で速く、外部シュラウド2側で遅くなることから、上記の実施例の場合と同様に、伝熱管管束部6の各伝熱管1の平均温度は均一とすることができる。

【0041】

【発明の効果】本発明によれば、単純な構造を用いて、圧損を増加させることなく、各伝熱管の平均温度を均一にすることが可能となり、熱交換器の熱交換効率をあげることができる。

【0042】また、伝熱管の座屈に対する健全性が向上し、伝熱管の薄肉化により、熱交換器の小型化が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の模式横断面図である。

【図2】本発明の一実施例の説明図である。

【図3】本発明の一実施例の説明図である。

【図4】本発明の一実施例の説明図である。

【図5】本発明の一実施例の説明図である。

【図6】本発明の他の実施例の模式横断面図である。

【図7】従来例の模式縦断面図である。

【図8】従来例の模式横断面図である。

【図9】従来例の説明図である。

【図10】従来例の説明図である。

【図11】従来例の説明図である。

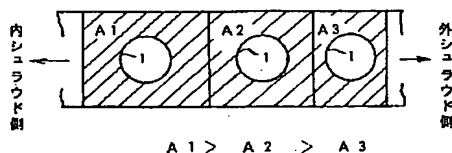
【図12】従来例の説明図である。

【符号の説明】

1…伝熱管、2…外部シュラウド、3…内部シュラウド、4…上管板、5…下管板、6…伝熱管管束部、7…入口窓、8…出口窓、9…外胴、10…1次ナトリウム入口ノズル、13…1次ナトリウム出口ノズル。

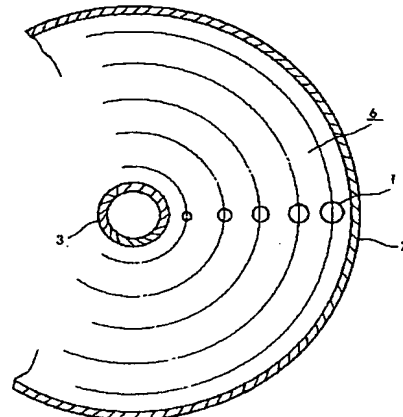
【図4】

図 4

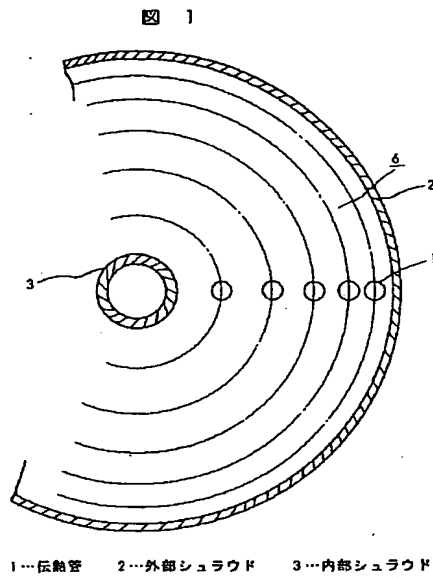


【図6】

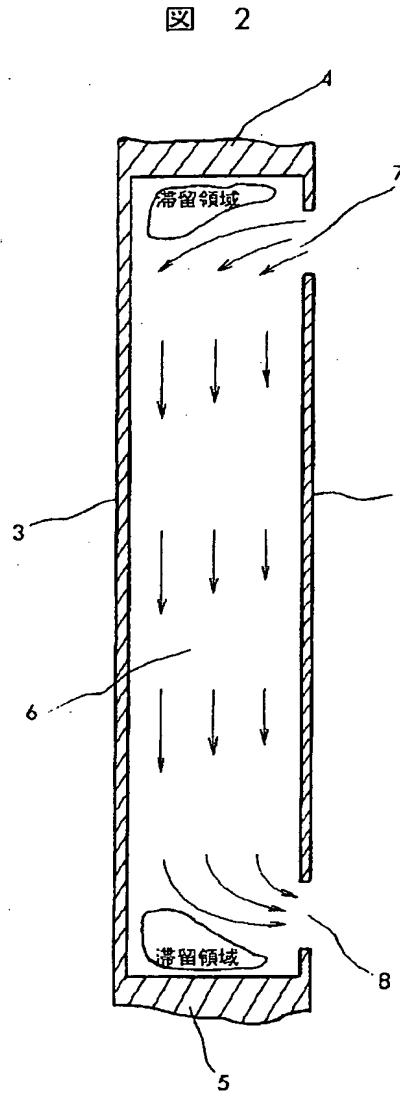
図 6



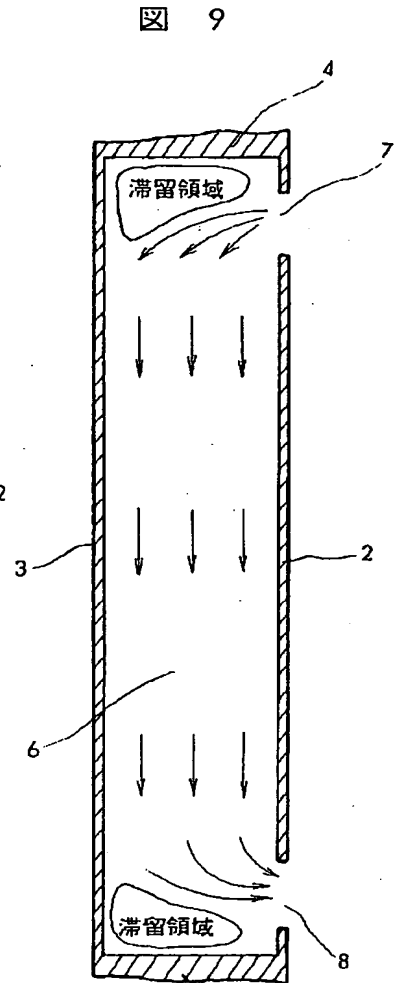
【図1】



【図2】

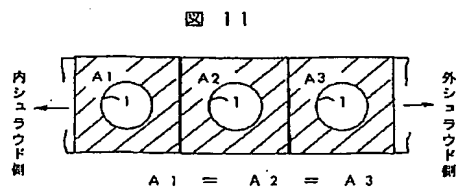


【図9】



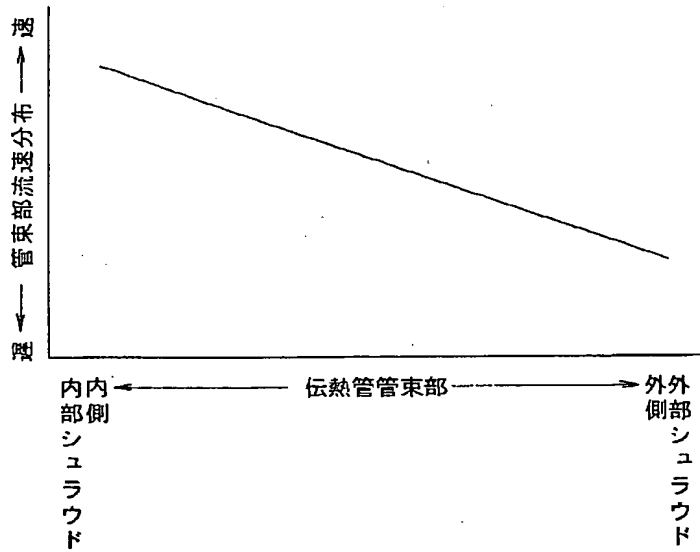
4…上管板 5…下管板  
6…伝熱管束部 7…入口窓  
8…出口窓

【図11】



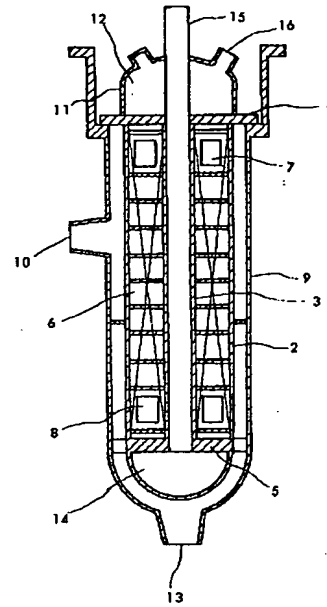
【図3】

図 3



【図7】

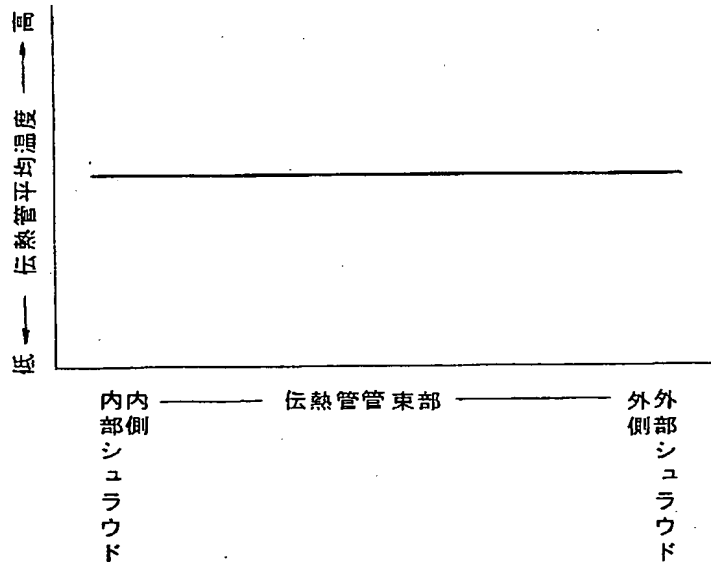
図 7



9...外周 10...1次ナトリウム入口ノズル  
 11...2次側上部被覆板 12...2次側上部プレナム  
 13...1次ナトリウム出口ノズル 14...2次側下部プレナム  
 15...2次ナトリウム入口管 16...2次ナトリウム出口ノズル

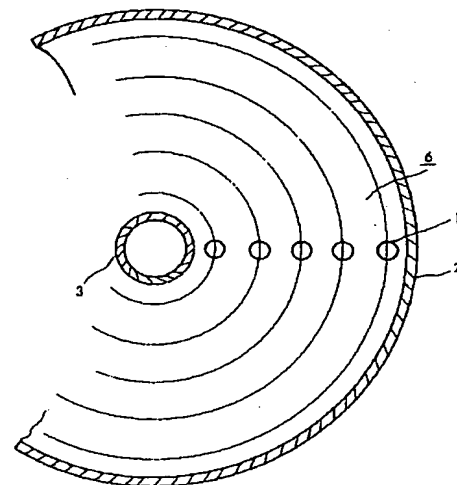
【図5】

図 5



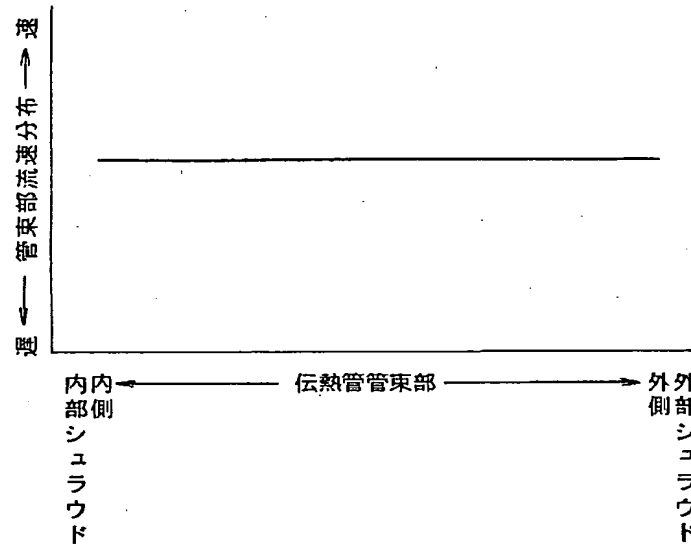
【図8】

図 8



【図10】

図 10



【図12】

図 12

